

VARIASI GENETIK SIFAT-SIFAT KAYU UJI KETURUNAN *ACACIA MANGIUM* UMUR 5 TAHUN DI WONOGIRI, JAWA TENGAH.

*(Genetic variation of wood properties in progeny trial of *Acacia mangium* on 5 years old in Wonogiri, Central Java)*

Mudji Susanto^{*}, Mohammad Naiem^{}, Eko Bhakti Hardiyanto^{**}, dan T.A. Prayitno^{**}**

^{*}Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
(email : mudjisusanto@yahoo.com)

^{**}Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

Abstrak

Uji keturunan *A. mangium* generasi pertama dari Papua New Guinea and Queensland-Australia telah dibangun di Wonogiri - Jawa Tengah pada Desember 1993. Seleksi pohon di dalam famili telah dilakukan menggunakan variabel pertumbuhan, namun belum menggunakan variabel sifat-sifat kayu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh provenans maupun famili terhadap keragaman diameter dan sifat-sifat kayu *A. mangium* tersebut pada umur 5 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat jenis kayu tergolong sedang yaitu rata-rata sebesar 0,44 dan panjang serat tergolong serat pendek yaitu rata-rata sebesar 1,04 mm. Di uji keturunan *A. mangium* tersebut terdapat keragaman antar famili di dalam provenans dan keragaman antar provenans pada sifat persentase kayu teras, berat jenis kayu, dan kadar air. Heritabilitas individu untuk diameter batang dan persentase kayu teras sangat rendah ($h^2_i=0,03$ untuk diameter dan $h^2_i=0,05$ untuk persentase kayu teras), sementara sifat-sifat kayu mempunyai heritabilitas individu yang tergolong rendah sampai tinggi yaitu $h^2_i=0,10-0,56$. Hasil dari penelitian tersebut mengindikasikan bahwa seleksi pohon menggunakan sifat-sifat kayu seharusnya dilakukan untuk meningkatkan kualitas kayu.

Kata Kunci: *Acacia mangium*, provenans, famili, berat jenis kayu, panjang serat, kadar air, luas kayu teras

Abstract

First generation (F-1) of progeny trial of *Acacia mangium* originated from Papua New Guinea and Queensland-Australia was established in Wonogiri, Central Java on December 1993. The tree selection within family were carried out base on growth characteristic, whereas the wood property traits were not included. The objective of this research is to find the effect of provenance or family in variation of diameter and wood properties of *A. mangium* in the trial in 5 years old. The results showed that mean of wood specific gravity was 0.44 (it was medium category) and mean of fiber length was 1.04 mm (it is short fiber category). Variation of heartwood area, wood specific gravity, and moisture content showed significantly differences among provenance or between family within provenance. Individual heritability of diameter and heartwood area were low ($h^2_i=0.03$ for diameter and $h^2_i=0.05$ for heartwood area), however individual heritability of wood properties were low to high ($h^2_i=0.10-0.56$). The result of investigation indicated that trees selection using wood properties should be conducted to improve wood quality in the progeny trial.

Keywords: *Acacia mangium*, provenance, family, wood specific gravity, fiber length, moisture content, heartwood area

PENDAHULUAN

Di Indonesia *Acacia mangium* ditanam sebagai Hutan Tanaman Industri berskala besar untuk memenuhi industri pulp dan kertas. Pada awalnya, hutan tanaman *A. mangium* di Indonesia ditanam menggunakan benih-benih bukan hasil pemuliaan sehingga produksi kayunya belum optimal. Kementerian Kehutanan sangat bertanggungjawab terhadap pelaksanaan penelitian di bidang pemuliaan pohon hutan untuk mendapatkan benih unggul dalam rangka meningkatkan produksi hutan tanaman. Tahun 1993 Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (B2PBPTH) mengadakan kerjasama dengan Japan International Cooperation Agency (JICA) di bidang pemuliaan pohon hutan. Kerjasama program pemuliaan pohon yang dilaksanakan yaitu memuliakan jenis-jenis cepat tumbuh. Jenis-jenis yang dimuliakan antara lain: *A. mangium*, *A. auriculiformis*, *A. crasiparpa*, *Falcataria moluccana*, *Eucalyptus urophylla*, dan *E. pellita*.

Pemuliaan *A. mangium* diawali tahun 1994 dengan membangun kebun benih uji keturunan generasi pertama (F-1) di Jawa Tengah (areal Perum Perhutani), Sumatera Selatan (areal PT. Musi Hutan Persada) dan Kalimantan Selatan (areal PT. Inhutani III). Tahun 2000 sampai dengan 2005. Selanjutnya, PT. Musi Hutan Persada sendiri juga membangun kebun benih uji keturunan *A. mangium* generasi kedua (F-2) dan generasi ketiga (F-3) di Subanjeriji, Sumatera Selatan. Seleksi pohon di F-1 sampai dengan F-2 tersebut hanya menggunakan sifat pertumbuhan dan bentuk batang untuk menghasilkan benih unggul *A. mangium*. Namun belum menggunakan sifat-sifat

kayu untuk seleksi pohon pada kebun benih uji keturunan tersebut.

Tuntutan industri pulp dan kertas terhadap hutan tanaman *A. mangium* adalah riap volume dan kualitas kayu yang tinggi untuk memenuhi bahan baku industri tersebut agar produksi pulp dan kertas meningkat. Hutan tanaman *A. mangium* yang ada sekarang belum menggunakan benih unggul dari sisi kualitas kayu, sehingga belum bisa memenuhi industri pulp dan kertas sesuai yang dikehendaki. Pemuliaan *A. mangium* yang ada sekarang masih memuliakan variabel pertumbuhan dan bentuk batang saja, belum memuliakan kualitas kayu, sehingga benih unggul yang dihasilkan hanya pertumbuhan kayu yang tinggi, sedangkan kualitas kayu belum diketahui. Penelitian variasi genetik sifat-sifat kayu di kebun benih uji keturunan *A. mangium* sangat diperlukan untuk memperbaiki strategi pemuliaan *A. mangium* yang ada sekarang, sehingga dapat meningkatkan riap volume dan kualitas kayu *A. mangium* tersebut.

Pengukuran volume akan didekati dengan mengukur pertumbuhan pohon (diameter batang) sedangkan kualitas kayu akan diukur melalui sifat-sifat kayu yang mempunyai hubungan dengan produksi pulp. Berdasarkan pustaka, sifat-sifat kayu yang mempunyai hubungan dengan kualitas kayu untuk pulp antara lain; berat jenis kayu, panjang serat, tebal kulit, dan luasan kayu teras. Tulisan ini akan menyajikan hasil-hasil penelitian mengenai variasi genetik diameter batang dan sifat-sifat kayu pada kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A. mangium* umur 5 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah, Indonesia. Kombinasi uji provenan dan uji keturunan *A. mangium* di Wonogiri merupakan uji keturunan *A. mangium*

pertama kali yang diukur sifat-sifat kayunya pada umur 5 tahun. Jika sifat-sifat kayu mempunyai variasi genetik yang tinggi, maka akan dilakukan pemuliaan sifat-sifat kayu tersebut.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Kombinasi uji provenans dan uji keturunan *A. mangium* generasi I (F-1) di Wonogiri

Kombinasi uji provenans dan uji keturunan *A. mangium* dibangun di Wonogiri, Jawa Tengah pada tanggal 23 Desember 1993. Secara geografi uji keturunan tersebut terletak di 3°32'22" Lintang Selatan dan 110°41'15" Bujur Timur dengan tinggi tempat 141 m dpl; kemiringan tanah antara 0 sd 15%; jenis tanah ferrasols; curah hujan rata-rata sebesar 1.878 mm/tahun; suhu udara maksimum 33°C dan suhu udara minimum 21°C.

Uji kombinasi ini dibangun dengan desain RCBD dengan 7 ulangan (blok) yang menguji 134 famili yang berasal dari bermacam-macam provenans di Papua New Guinea dan Claudie River-Queensland- Australia. Jumlah treeplot sebanyak 4 pohon dengan bentuk baris dengan jarak tanam 4 meter antar baris dan 2 meter di dalam baris.

Informasi sumber benih yang digunakan dalam uji keturunan *A. mangium* F-1 di Wonogiri tersebut (Nirsatmanto dan Hasimoto, 1995) disajikan dalam Tabel 1.

Pengambilan sampel kayu

Sampel kayu diambil pada batang pohon setinggi 1,3 m dari atas tanah. Sampel kayu diambil 2 pohon setiap plot di 5 ulangan di uji keturunan pada umur 5 tahun. Hal ini disebabkan karena pada umur 5 tahun jumlah pohon setiap plot

tinggal 2 pohon, dan jumlah ulangan yang layak diukur tinggal 5 ulangan. Cara pengambilan sampel yaitu dengan cara memotong batang setinggi 1,3 m pada pohon yang diseleksi.

Pengukuran

Pertumbuhan yang diukur adalah diameter dan tebal kulit batang setinggi dada (1,3 m) dan sifat-sifat kayu yang diukur meliputi persentase luas kayu teras, berat jenis kayu, kadar air dan panjang serat. Adapun cara pengukuran berat jenis kayu (BJ), kadar air (KA) dan panjang berdasarkan Zobel dan Buijtenen (1989) sebagai berikut :

Mengukur berat jenis kayu dengan cara menimbang berat kering oven dan mengukur volume basah.

$$BJ = \frac{(\text{berat kering kayu} : \text{volume kayu})}{\text{berat dari volume air yang sama dengan volume kayu}}$$

Mengukur kadar air dengan cara menimbang berat basah dan berat kering sampel.

$$KA = \frac{(\text{berat basah kayu} - \text{berat kering kayu})}{\text{berat kering kayu}} \times 100\%$$

Panjang serat

Sampel kayu buat serat dengan larutan CH₃COOH kemudian diberi pewarna memakai safranin. Pengukuran panjang serat dengan alat Profile Projector dengan mengukur serat setiap sampel kayu sebanyak 100 serat kemudian dihitung panjang rata-rata dari 100 serat dalam satuan mm. Penentuan jumlah serat berdasarkan tingkat kecermatan pengukuran.

Analisis data

Analisis varian

Data dari hasil pengukuran kemudian dianalisis secara statistik. Model analisis

Tabel 1. Informasi Materi Kombinasi Uji Provenans dan Uji Keturunan *A. Mangium* di Wonogiri-Jawa Tengah

No	Subline* (Grup)	Provenans (No Seedlot) **	Jumlah famili
1	A	16994-Arufi Village WP	7
2	A	16997-Boite NE Morhead WP	8
3	A	16992-Bimadebun WP	7
4	A	16990-Derideri E Morhead WP	10
5	A	16590-Dimisisi WP	7
6	A	16991-Gubam NE Morhead WP	11
7	B	16971-Wipim District WP	10
8	B	16938-Kini WP	10
9	C	18265-Claudie River QLD	9
10	C	17701-Claudie River & Iron RA QLD	10
11	C	16932-135K NNE Coen	7
12	C	231-Claudie River (Ex ACEB) QLD	9
13	D	17946-Claudie River QLD	10
14	D	17702- Poscoe River	6
15	D	229-Claudie River QLD	8
16	D	230-Cassowary CK-Iron Range QLD	9
17	D	499-Poscoe RA SL 35815 QLD	4
Rata-rata			134

Keterangan:

- *) Subline atau grup dibuat berdasarkan letak geografi, subline A merupakan sekelompok provenans yang berasal dari West Papua New Guinea paling barat sedangkan subline B berasal dari West Papua New Guinea agak ketimur. Subline C merupakan sekelompok provenans yang berasal dari Queensland Australia paling utara, sedangkan subline D berasal dari Queensland Australia agak keselatan.
- **) Provenans selain didasarkan pada perbedaan daerah juga didasarkan pada perbedaan seedlot. Hal ini untuk mengetahui apakah perbedaan seedlot juga mempunyai pengaruh terhadap sifat-sifat kayu.

varians yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + F_{k(j)} + (B_i * F_{k(j)}) + e_{ijk}$$

Y_{ijkl} : pengukuran pohon ke l , famili ke k , provenans ke j , ulangan ke i

μ : rerata umum

B_i : pengaruh ulangan ke i

P_j : pengaruh provenans ke j

$F_{k(j)}$: pengaruh famili ke k dalam provenans ke j

$B_i * F_{k(j)}$: pengaruh interaksi ulangan ke i dan famili ke k dalam provenans ke j

e_{ijkl} : galat (*error*)

Perhitungan komponen varians diperoleh dengan menggunakan analisis model campuran. Ulangan dan provenans sebagai pengaruh pasti (*fixed effect*) sedangkan famili dalam provenans dan interaksi ulangan dengan famili sebagai pengaruh random (*random effect*) berdasar REML (*Restricted Maximum Likelihood*). Perhitungan komponen varian akan digunakan untuk menghitung heritabilitas individu, sehingga ulangan dan provenans merupakan pengaruh pasti dan tidak mempunyai varian (Williams and Matheson, 1994).

Analisis parameter genetika

Heritabilitas individu

Komponen varians famili dalam provenans digunakan untuk mengestimasi nilai heritabilitas individu (h_i^2) menurut Williams and Matheson (1994) sebagai berikut:

$$h_i^2 = 1/r * \sigma_f^2 / \sigma_p^2$$

Keterangan:

r = koefisien kekerabatan (*coefficient of relationship*)

σ_f^2 = komponen varians di antara famili dalam provenans

σ_p^2 = komponen varians fenotipik
 $= (\sigma_f^2 + \sigma_e^2)$

σ_e^2 = komponen varians galat (*error*)

Koefisien kekerabatan (r) untuk menghitung heritabilitas individu diasumsikan sebesar $1/2,5$ untuk famili-famili half-sib (Williams and Matheson, 1994)

Korelasi genetik dan korelasi fenotipik

Korelasi genetik (r_g) dihitung menurut metodologi dari Williams and Matheson (1994) yang didasarkan rumus sebagai berikut:

$$r_g = \frac{\text{Cov}_f(X,Y)}{[\sigma_f^2(x) \cdot \sigma_f^2(y)]^{1/2}}$$

Keterangan:

$\text{Cov}_f(X,Y)$ = Kovarian dua sifat (x dan y) pada level famili

$\sigma_f^2(x)$ = varian sifat (x) pada level famili

$\sigma_f^2(y)$ = varian sifat (y) pada level famili

Korelasi fenotipik (r_p) dihitung menurut Falconer and Mackay (1996) sebagai berikut:

$$r_p = \text{Cov}(P_x, P_y) / \sigma_{px} \sigma_{py} \\ = h_x h_y r_A + e_x e_y r_E$$

Keterangan:

$\text{Cov}(P_x, P_y)$ = komponen kovarians fenotipik sifat (x dan y)

σ_{px} = komponen standart deviasi fenotipik sifat (x)

σ_{py} = komponen standart deviasi fenotipik sifat (y)

$e = (1-h^2)^{1/2}$

h = akar heritabilitas

r_E = korelasi lingkungan X dan Y

r_A = korelasi genetik X dan Y

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman sifat kayu

Hasil pengukuran diameter dan sifat-sifat kayu di uji keturunan A. mangium di Wonogiri, Jawa Tengah umur 5 tahun disajikan dalam Tabel 2. Uji keturunan A. mangium tersebut menguji kinerja dari 134 famili dari 17 provenans, sehingga hasil rata-rata pengukuran yang ditampilkan pada Tabel 2 adalah rata-rata setiap provenans.

Tabel 2 memperlihatkan rata-rata diameter batang sebesar 15,21 cm termasuk tertinggi yang ditunjukkan oleh provenan Claudie River Queensland dengan nomor seedlot 18265-Claudie River QLD dan provenan dari Poscoe River Queensland dengan nomor seedlot 17702-Poscoe River QLD. Provenan Claudie River Queensland mempunyai kisaran diameter batang 9,60 cm sampai dengan 23,30 cm dan provenan Poscoe River Queensland mempunyai kisaran diameter batang antara 9,10 cm sampai dengan 23,40 cm dari individu-individu pohon.

Tabel 2. Rata-rata diameter batang dan sifat-sifat kayu setiap provenan di uji keturunan A. mangium di Wonogiri umur 5 tahun

No	Provenan	D (cm)	Kyt (%)	TK (mm)	BJ	KA (%)	PS (mm)
1	16994-Arufi Village WP	14,39	27,72	5,90	0,43	43,19	1,03
2	16997-Boite NE Morhead WP	14,59	28,35	6,23	0,42	44,04	1,03
3	16992-Bimadebun WP	14,99	31,17	5,93	0,47	43,91	1,04
4	16990-Derideri E Morhead WP	14,56	31,44	5,48	0,42	44,99	1,03
5	16590-Dimisisi WP	14,26	28,21	5,49	0,40	45,39	1,03
6	16991-Gubam NE Morhead WP	14,58	29,50	5,70	0,44	41,10	1,01
7	16971-Wipim District WP	14,30	28,27	7,39	0,44	40,37	1,02
8	16938-Kini WP	14,76	30,56	6,00	0,46	35,72	1,04
9	18265-Claudie River QLD	15,21	34,20	6,36	0,43	63,75	1,04
10	17701-Claudie River & Iron RA QLD	14,82	35,36	6,82	0,40	63,37	1,04
11	16932-135K NNE Coen QLD	14,59	35,53	6,36	0,45	53,18	1,05
12	231-Claudie River (Ex ACEB) QLD	14,75	36,90	6,93	0,45	65,00	1,06
13	17946-Claudie River QLD	14,85	36,01	7,17	0,43	69,13	1,05
14	17702- Poscoe River QLD	15,21	37,45	7,10	0,42	57,62	1,05
15	229-Claudie River QLD	14,48	32,47	7,69	0,47	58,49	1,05
16	230-Cassowary CK-Iron Range QLD	14,15	32,32	7,17	0,43	60,25	1,04
17	499-Poscoe RA SL 35815 QLD	14,88	33,51	7,05	0,45	58,80	1,05
	Rata-rata	14,66	32,30	6,54	0,44	52,08	1,04

Keterangan

D = diameter batang
Kyt = Kayu teras
TK = Tebal kulit batang

BJ = Berat jenis kayu
KA = Kadar air kayu
PS = Panjang serat

Provenan Poscoe River Queensland dengan nomor seedlot 17702-Poscoe River mempunyai rata-rata luas kayu teras yang paling luas dengan rata-rata 37,45 % dengan kisaran luas antara 14,29 % sampai dengan 74,76 % dari individu individu pohon. Rata-rata tebal kulit terbesar ditunjukkan oleh provenan dari Claudie River Queensland dengan nomor seedlot 229-Claudie River QLD yaitu sebesar 7,69 mm dengan kisaran tebal kulit antara 3,77 mm sampai dengan 12,68 mm.

Rata-rata berat jenis kayu yang tergolong tertinggi sebesar 0,47 yang ditunjukkan oleh provenan Bimadebun West Papua New Guinea dengan nomor seedlot 16992-Bimadebun WP dan

provenan Claudie River Queensland dengan nomor seedlot 229-Claudie River QLD. Provenan Bimadebun WP mempunyai kisaran berat jenis antara 0,34 sampai dengan 0,63 sedangkan provenan Claudie River QLD mempunyai kisaran berat jenis antara 0,36 sampai dengan 0,60. Kisaran berat jenis kayu A. mangium juga diteliti oleh Hadjib et al (2007) yang menunjukkan bahwa A. mangium dari 10 provenans mempunyai berat jenis kayu antara 0,343 sampai dengan 0,714.

Rata-rata panjang serat terbesar 1,06 mm ditemukan pada provenan Claudie River Queensland dengan nomor seedlot 231-Claudie River (Ex ACEB) QLD dengan kisaran panjang serat antara 0,89 mm sampai dengan 1,18 mm.

Tabel 3. Analisis varian diameter dan sifat kayu di uji keturunan *A. mangium* di Wonogiri umur 5 tahun

Sumber Variasi	Derajat bebas	Kuadrat tengah
Diameter		
Ulangan	4	495,663 ^(**)
Provenan	16	5,932 ^(**)
Famili (Provenan)	117	6,415
Ulangan*Famili (Provenan)	489	10,440 ^(**)
Error	633	2,807
Persentase luas kayu teras		
Ulangan	4	7144,669 ^(**)
Provenans	16	753,739 ^(**)
Famili (Provenans)	117	134,850 ^(**)
Ulangan*Famili (Provenans)	489	117,774 ^(**)
Error	633	34,465
Tebal Kulit batang		
Ulangan	4	7,598 ^(**)
Provenans	16	33,766 ^(**)
Famili (Provenans)	117	3,972 ^(**)
Ulangan*Famili (Provenans)	489	5,794 ^(**)
Error	633	0,292
Berat jenis kayu		
Ulangan	4	0,037 ^(**)
Provenans	16	0,029 ^(**)
Famili (Provenans)	117	0,006 ^(**)
Ulangan*Famili (Provenans)	489	0,004 ^(**)
Error	633	0,002
Kadar air kayu		
Ulangan	4	17903,094 ^(**)
Provenans	16	8401,177 ^(**)
Famili (Provenans)	117	416,146 ^(**)
Ulangan*Famili (Provenans)	489	245,569
Error	633	302,171
Panjang serat		
Ulangan	4	0,612 ^(**)
Provenans	16	0,011 ^(**)
Famili (Provenans)	117	0,009
Ulangan*Famili (Provenans)	489	0,008 ^(**)
Error	633	0,004

Keterangan : (**) signifikan pada level 1%

Hasegawa *et al*, (2009) telah melakukan penelitian uji keturunan *A. mangium* di Wonogiri, Jawa tengah pada umur 11 tahun yang menunjukkan panjang serat dari Papua New Guinea lebih panjang dari pd Queensland. Papua New Guinea mempunyai rata-rata panjang serat 1,09 mm dan berat jenis 0,62 sedangkan Queensland mempunyai panjang serat rata-rata 1,06 mm dan

berat jenis kayu 0,61. Hal ini terjadi perbedaan antara umur 5 tahun dan 11 tahun, pada umur 5 tahun berat jenisnya lebih rendah sedangkan panjang serat antara umur 5 tahun dan 11 tahun tidak banyak berubah.

Rata-rata kadar air kayu tertinggi sebesar 69,13 % ditunjukkan oleh provenan Claudie River Queensland dengan nomor seedlot 17946-Claudie

River QLD dengan kisaran kadar air antara 26,02 % sampai dengan 112,56 %. Berdasarkan penelitian Yamamoto *et al.* (2003) di Malaysia, Vietnam dan Pilipina pada jenis *A. mangium* yang menunjukkan kadar air tertinggi sebesar 256% (kayu teras) 149% (kayu gubal). Jika dibandingkan hasil penelitian tersebut maka *A. mangium* di uji keturunan di Wonogiri umur 5 tahun mempunyai kadar air lebih rendah. Hal tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan materi *A. mangium* yang diteliti antara yang di Wonogiri dan yang diteliti oleh Yamamoto *et al.* (2003) tersebut. Di Wonogiri merupakan uji keturunan, sedangkan yang di Malaysia, Vietnam, dan Pilipina merupakan hutan tanaman, sehingga mempunyai perbedaan materi genetik.

Dari hasil perhitungan rata-rata diameter dan sifat-sifat kayu tersebut maka provenan-provenan yang berada di subline C dan subline D mempunyai rata-rata sifat yang diteliti yang tergolong tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa *A. mangium* yang berasal dari Queensland Australia mempunyai sifat-sifat yang diteliti lebih baik dibandingkan dengan *A. mangium* dari Papua New Guenea. Adanya perbedaan tersebut karena disebabkan oleh adanya perbedaan letak geografi antara Queensland Australia dengan Papua New Guenea. *A. mangium* di Papua New Guenea tumbuh di daerah-daerah pegunungan sedangkan *A. mangium* di Queensland Australia tumbuh di daerah-daerah dataran rendah atau dekat dengan pantai, sehingga terdapat adanya perbedaan jenis tanah maupun lingkungan tempat tumbuh lainnya, keadaan tersebut akan berpengaruh terhadap genetis sifat kayu suatu tanaman. Zobel and Buijtenen

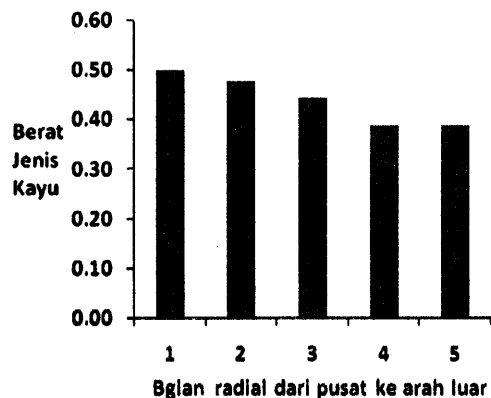
(1989) telah menyajikan beberapa hasil penelitian tentang pengaruh tempat tumbuh dan jenis tanah terhadap sifat-sifat kayu dari berbagai jenis tanaman. Hasil dari penelitian-penelitian yang disajikan menunjukan adanya pengaruh lokasi tempat tumbuh dan jenis tanah terhadap berat jenis kayu, panjang serat dan kadar air.

Keragaman berat jenis kayu *A. mangium* di batang setinggi dada arah radial dari tengah batang ke arah luar disajikan dalam Gambar 1.

Hasil pengukuran diameter batang dan sifat-sifat kayu maka selanjutnya dianalisis varian (Anova) yang disajikan pada Tabel 3.

Gambar 1. menunjukkan adanya perbedaan berat jenis kayu pada setiap bagian di batang pohon setinggi dada arah radial dari tengah batang ke arah luar. Pada bagian tengah batang mempunyai berat jenis kayu yang paling tinggi kemudian menurun ke arah luar, pada bagian batang terluar mempunyai berat jenis kayu paling rendah. Hal ini disebabkan oleh kayu teras dan kayu gubal di dalam batang pohon tersebut. Bagian tengah batang merupakan kayu teras sehingga mempunyai berat jenis kayu yang lebih tinggi, sedangkan bagian luarnya merupakan kayu gubal yang mempunyai berat jenis kayu lebih rendah.

Tabel 3. menunjukkan adanya keragaman yang signifikan di antara provenan dan di antara famili di dalam provenans di uji keturunan F-1 *A. mangium* di Wonogiri pada umur 5 tahun untuk variable, persentase luas kayu teras, tebal kulit, berat jenis kayu, dan kadar air. Namun tidak ditemukan keragaman diantara famili di dalam provenans untuk diameter batang dan panjang serat.



Keterangan: setiap batang dibagi menjadi 5 bagian dari bagian tengah (hati) batang ke arah luar

Gambar 1. Keragaman berat jenis kayu arah radial di batang pohon *A. mangium* umur 5 tahun

Berdasarkan hasil analisis varian tersebut, maka persentase luas kayu teras, tebal kulit, berat jenis kayu, dan kadar air mempunyai keragaman genetik yang besar sehingga sifat-sifat tersebut mempunyai prospek untuk dimuliakan untuk meningkatkan kualitas kayu sesuai dengan kebutuhan produksi pulp. Namun

hal tersebut akan ditentukan oleh nilai heritabilitas dari masing-masing sifat tersebut.

Korelasi genetik antar sifat dan heritabilitas individu

Hasil analisis heritabilitas individu, korelasi genetik dan fenotipik antar sifat disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4, memperlihatkan bahwa diameter batang, persentase kayu teras dan panjang serat mempunyai heritabilitas yang sangat kecil, sementara tebal kulit dan kadar air mempunyai heritabilitas individu tergolong sedang, namun berat jenis kayu mempunyai heritabilitas yang tergolong tinggi.

Pot *et al.* (2002) mengadakan studi kontrol genetik pulp pada *Pinus pinaster* menunjukkan bahwa nilai heritabilitas individu kerapatan kayu dan sifat-sifat serat sebesar antara 0,15 sampai dengan 0,30. Kien, *et.al.* (2007) melaporkan bahwa uji keturunan *Eucalyptus urophylla* di Vietnam mempunyai heritabilitas individu untuk berat jenis kayu sebesar 0,51 sampai dengan 0,61.

Tabel 4. Taksiran nilai heritabilitas individu (h_i^2) diameter batang; sifat kayu; korelasi genetik dan fenotipik antar sifat pada uji keturunan *A. mangium* umur 5 tahun

r_p	r_g	D	Kyt	TK	BJ	KA	PS	h_i^2
D			0,85	-0,86	0,30	-0,64	0,03	0,03
Kyt	0,25			-0,25	-0,0002	-0,07	-0,12	0,05
TK	0,24	0,10			0,57	0,05	0,23	0,19
BJ	0,04	0,05	0,04			0,09	0,02	0,56
KA	0,07	0,25	0,19	-0,07			0,42	0,21
PS	-0,12	0,16	0,07	-0,08	0,04			0,10

Keterangan :

Korelasi genetik (r_g) antar sifat berada di atas diagonal, sedangkan korelasi fenotipik (r_p) antar sifat berada di bawah diagonal.

D = diameter batang

Kyt = Kayu teras

TK = Tebal kulit batang

BJ = Berat jenis kayu

KA = Kadar air kayu

PS = Panjang serat

Hai (2009) telah membuat tabel heritabilitas individu berat jenis kayu yang cukup tinggi (0,34 sampai dengan 0,87) dari berbagai jenis dari hasil-hasil publikasi uji keturunan berbagai jenis yang meliputi *E. grandis*, *E. camadulensis*, *E. dunii*, *E. nitens*, *E. urophylla*, *Pinus acidentalis*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. rubra*.

Semua korelasi fenotipik antar sifat memperlihatkan korelasi yang lemah yaitu sebesar $r = -0,12$ sampai dengan $r = 0,25$. Korelasi genetik antar sifat terlihat adanya korelasi yang kuat antara diameter batang dengan persentase luas kayu teras sebesar $r = 0,85$; antara diameter batang dengan tebal kulit sebesar $r = -0,86$; antara diameter batang dengan kadar air sebesar $r = -0,64$, sedangkan untuk korelasi genetik antar sifat lainnya terlihat korelasi yang lemah untuk yang korelasi negatif mulai $r = -0,0003$ sampai dengan $-0,12$ dan untuk yang korelasi positif mulai $r = 0,02$ sampai dengan $0,57$.

Alberto (2003) melaporkan bahwa *Gmelina arborea* mempunyai korelasi fenotipik yang sangat lemah antara berat jenis kayu dengan tinggi total yaitu sebesar $-0,007$ sampai dengan $0,1$ sedangkan korelasi genetik yang negatif kuat antara kerapatan kayu dengan diameter yaitu sebesar $-0,92$ sampai dengan $-0,30$.

Implikasi Pemuliaan Sifat Kayu

Berdasarkan analisis varian dan estimasi nilai heritabilitas maka variasi berat jenis kayu, kadar air, dan tebal kulit batang uji keturunan *A. mangium* tersebut dikendalikan oleh faktor genetik aditif. Tiga sifat kayu tersebut tersebut perlu dipertimbangkan dalam melakukan seleksi pohon di uji keturunan *A. mangium*. Hasil korelasi genetik untuk di antara empat sifat tersebut sangat lemah, sehingga dalam seleksi yang akan menggunakan

empat sifat tersebut harus diperhitungkan nilai ekonomis dari empat sifat tersebut.

Hasil penelitian tersebut mempunyai implikasi dalam pemuliaan *A. mangium* bahwa berat jenis kayu dan kadar air kayu perlu dimuliakan untuk menghasilkan benih unggul yang mempunyai kualitas kayu yang lebih baik. Benih unggul tersebut untuk digunakan sebagai materi hutan tanaman hutan tanaman *A. mangium* untuk mencukupi kebutuhan bahan baku produksi pulp. Berdasarkan referensi dari Fengel dan Wegener (1995) serta Bootel (2005) sifat kayu yang berpengaruh dalam produksi pulp untuk kertas antara lain berat jenis kayu.

Strategi pemuliaan yang akan diterapkan pada uji keturunan *A. mangium* pada generasi-generasi selanjutnya adalah memuliakan sifat-sifat kayu tersebut. Seleksi pohon di dasarkan estimasi nilai pemuliaan (breeding value) dari sifat-sifat kayu dan pertumbuhan dengan mempertimbangkan nilai-nilai ekonomis dari masing-masing sifat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

Di uji keturunan *A. mangium* umur 5 tahun di Wonogiri terdapat keragaman genetik sifat kayu (berat jenis kayu dan kadar air) yang tinggi. Berat jenis kayu dan kadar air tersebut sangat diperlukan dalam seleksi pohon.

Disarankan dalam kegiatan pemuliaan *A. mangium* agar menekankan memuliakan sifat-sifat kayu tersebut untuk mendapatkan benih unggul dari sifat-sifat kayu tersebut. Benih unggul tersebut digunakan sebagai materi pembangunan hutan tanaman *A. mangium* untuk mencukupi bahan baku produksi pulp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (B2PBPTH) sebagai institusi yang mendukung penelitian ini, kepada Bp Sumaryana dan Ibu Nur W sebagai teknisi B2PBPTH yang membantu dalam pengambilan sampel kayu dan pengukuran sifat-sifat kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberto, J. 2003. Genetic Variation in Wood Density of *Gmelina arborea* Planted of Different Sites in Western Venezuela. A. thesis submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University. Department of Forestry.
- Bootle, K.R. 2005. Wood in Australia. Types, properties, and uses. McGraw-Hill Australia Pty Ltd.
- Hadjib, N.; Y.S. Hadi and D. Styaningsih. 2007. Physical and Mechanical Properties of Ten Mangium Wood (*Acacia mangium* Wild) Provenances from Parung Panjang West Java. *Journal of Tropical Wood Science and Technology*. Vol.5. No.1.
- Hai, P.H. 2009. Genetic improvement of plantation-growth *Acacia auriculiformis* for swan timber production. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Hasegawa, M., Wakimoto, R., Yoshida, E., Shimizu, K., Kondo, R., Widyatmoko, A., Nirsatmanto, A., and Shiraishi, S. 2009. *Provenance variation in growth and wood properties of A. mangium and A. auriculiformis in Central Java, Indonesia: selecting potential hybrid parents for good provenance*. Bulletin Kyushu University Forestry 90: 25-37.
- Falconer, D.S. and Mackay, T.F.C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman. Edinburgh Gate, Harlow, England.
- Fengel, D. dan Wegener, G. 1995. Kayu. *Kimia Ultrastruktur Reaksi-reaksi*. Gadjah Mada University Press. PO. Box 14. Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia.
- Kien, N.D., Jansson, G., Harwood, C., Almqvist, C., and Thinh, H.H. 2007. Genetic variation in wood basic density and pilodyn penetration and their relationships with growth, stem straightness, and branch size for *Eucalyptus urophylla* in Northern Vietnam. *New Zealand Journal of Forestry Science* 38 (1) : 160-175.
- Nirsatmanto, A. and Hasimoto, K. 1995. General information of seed source establishment of *Acacia mangium* and *Eucalyptus pellita* at Wonogiri in Central Java. Forest tree improvement project. FTIP No. 30. JICA and FORDA. Ministry of Forestry.
- Pot, D., Chantre, G., Rozenberg, P., Rodrigues, J.C., Jones, G.L., Pereira, H., Hannrup, B., Calahan, C., and Polmion, C. 2002. Genetic Control of Pulp and Timber Properties in Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Annals of Forest Science* 59: 563-575.
- Williams, E.R. and Matheson, A.C. 1994. Design and Analysis of Trials for Use in Tree Improvement. CSIRO, Melbourne.
- Yamamoto, K., Sulaiman, O., Kitingan, C., Choon, L.W., and Nhan, N.T. 2003. *Moisture distribution in stems of Acacia mangium, A. auriculiformis and hybrid Acacia trees*. Japan

Agricultural Research Quarterly
(JARQ) Journal 37(3): 207-212.
Zobel, B.J and J.P. van Buijtenen. 1989.
Wood Variation Its Causes and

Control. Springer-Verlag. Berlin,
Heidelberg, New York, London,
Paris, Tokyo.